

Esclarecimentos sobre as sugestões e recomendações de condicionantes para a emissão da Licença Prévia, contidas no Parecer Técnico sobre a Implantação do Empreendimento “Villa Trump”.

Referência ao item 3.a: **SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Sejam estudadas alternativas para diminuir o número de ETEs previstas, coletivas e individuais, ou seja, o agrupamento das ETEs conforme as características da topografia local, com adoção de medidas racionais para a redução de custos de instalação, de manutenção e melhor gerenciamento das mesmas no futuro;

Esclarecimento

Para a concepção do sistema de esgotos, foram avaliadas algumas alternativas técnicas e econômicas relativas às questões de arranjo espacial, setorização, eficiência de tratamento, operação, reuso e disposição final de efluentes, manutenção, topografia, bacias contribuintes, entre outros.

Todas as alternativas elaboradas foram apresentadas ao empreendedor que escolheu a solução a ser adotada diante de suas estratégias.

Aspectos gerais e premissas básicas:

O sistema será **implantado pelo empreendedor e operado pela “associação de moradores”**, ou seja, pela futura entidade que representará os proprietários dos lotes, a qual será responsável pela manutenção de outros sistemas do empreendimento;

A entidade manterá uma **equipe de operação e manutenção local** para os sistemas de água e esgoto, assim como, para a operação e manutenção dos demais itens de serviço e infra-estrutura previstos no empreendimento (segurança, resíduos, jardinagem, correio, limpeza pública, etc);

Haverá **sistema de automação, comunicação e sinalização** entre as unidades do sistema interligados pela rede de comunicação em fibra ótica;

O Sistema deverá ter concepção quanto ao nível de coleta, tratamento e disposição que **assegure a qualidade dos corpos hídricos locais** (tratamento terciário);

Para o desenvolvimento do projeto, as diferentes formas de ocupação urbanística foram assim classificadas:

- Sistema de tratamento individual, em nível secundário, sem rede coletora, para cada unidade residencial unifamiliar (lotes de 1.500 a 6.000 m²)
- Sistema de tratamento coletivo, para os usos de maior adensamento (borghi, comércio e serviços, clubes e hospedagem etc.), compostos de redes coletoras internas aos borghi e implantando-se o tratamento em nível terciário, em uma ETE para cada um dos borghi.

Basicamente, são apresentadas na seqüência as características, vantagens e desvantagens de instalação, de manutenção e melhor gerenciamento das alternativas estudadas:

▪ Sistema com Rede de Coleta e Estação Única de Tratamento (ETE)

Características: Concentração dos sistemas de tratamento em um único ponto com a utilização de redes de coleta de esgoto e elevatórias de transposição.

Favorável:

- Facilidade operacional e de manutenção com um único ponto de tratamento ETE;
- Amortecimento de pico de vazão com a alimentação de todo o empreendimento;
- Menor interferência e necessidade de área nas unidades individuais e coletivas;

Desfavorável:

- Implantação de rede coletora e estações elevatórias- EEs;
- Implantação de rede de reuso e respectivas estações elevatórias
- Topografia acidentada com grande número de EEs;
- As EEs são pontos de liberação de odor, ruído e pontos de extravasamento para os cursos d'água na emergência;
- Problemas operacionais (vazões mínimas e máximas) nas EE e ETE com a evolução de implantação dos lotes;
- Risco pontual com grande potencial de poluição em caso de parada geral nas EEs e na ETE;

▪ Sistema com Sistemas de Tratamento Individuais sem Rede de Coleta

Características: Tratamento individualizado por lotes (individuais ou coletivos) sem a utilização de redes de coleta de esgoto e elevatórias de transposição.

Favorável:

- Implantação compatibilizada com o avanço de ocupação dos lotes;
- Risco difuso de baixo impacto;
- Sistemas específicos conforme a ocupação local de cada lote;
- Potencial de reuso das águas tratadas no próprio local;
- Ajuste à topografia acidentada com grande número de ETEs próximas aos pontos de geração;
- Não implantação de redes de coleta e de reuso e de elevatórias por todo o empreendimento;
- Não ocorrência de pontos de liberação de odor e extravasamento nas vias públicas;

Desfavorável:

- Maior demanda operacional para atuação da equipe de manutenção em sistemas diversos;
- Ocorrência de picos de vazão devido à pequena área de influência dos sistemas;
- Interferência e necessidade de área nas unidades individuais e coletivas;

- Sistema Misto

Características: sistema com um arranjo de implantação que agrupa as unidades, em algumas situações, conforme as condições topográficas, urbanísticas e ambientais;

Comentários gerais:

O sistema foi avaliado globalmente com simulações de situações intermediárias entre as alternativas anteriores. Diante das características cronológicas e administrativas inerentes à dinâmica de ocupação do empreendimento (estimada em 20 anos) e como pressuposto da associação de diversas unidades geradoras num mesmo sistema de tratamento e da premissa de reuso do efluente tratado, a alternativa foi descartada.

Com a apresentação das alternativas, o empreendedor pode **estimar os orçamentos** dos sistemas propostos e **avaliar as questões financeiras, mercadológicas, público alvo, segurança ambiental e demais aspectos da viabilidade global** do projeto Villa Trump.

Diante disso, optou-se pela utilização do **Sistema com Unidades de Tratamento Individuais sem Rede de Coleta nos lotes unifamiliares e de Unidades de Tratamento Coletivas nas demais formas de ocupação.**

Essa alternativa foi a que melhor atendeu os requisitos de confiabilidade sob o aspecto ambiental e de conformidade com as premissas estabelecidas.

Comentário 2 - Devem ser elaborados estudos de concepção/alternativas que contemplem a comparação da alternativa adotada (MBR Systems) com aquelas usualmente empregadas para tratamento dos esgotos sanitários, e ainda, que apresentem as garantias técnicas de manutenção e reposição das membranas, ao longo do tempo, no mercado brasileiro;

Os estudos desenvolvidos resultaram numa especificação técnica para a eficiência mínima prevista para os sistemas de tratamento dos bairros conforme apresentado na tabela abaixo. Nela também estão apresentados outros limites e eficiências comparativas dos sistemas de Lodos Ativados Convencional e com Reatores Biológicos de Membrana (MBR).

Tabela de Características dos Efluentes

Características	Unidade	Esgoto Bruto	Limite Especificado no Projeto Villa Trump (1)	Efluente de Lodos Ativados com remoção de Nitrogênio e Fósforo e Filtração (2)	Efluente de Reator biológico de Membranas (MBR) (3)	Limites para irrigação não comestíveis (Florida, EUA) (4)
DBO	mg/l	300	5	5	<2	<20
DQO	mg/l	600	<30	25	SI	NS
Turbidez	UNT	500 - 2000	<2	SI	<1	SI
Coliformes Fecais	CF/100mL	6,00E+07	Nenhum	SI	abaixo detecção	<200
Nitrogênio Total	mg/l	50	<30	<5	<2	NS
Nitrogênio Nitrato	mg/l	0,5	<10	SI	SI	NS
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	30	<15	SI	<0,3	NS
Fósforo Total	mg/l	12	<2	<2	<0,1	NS
SS	mg/l	NS	SI	10	abaixo detecção	<20
Óleos e Graxas	mg/l	40	<4	SI	SI	NS

Obs.:

SI - sem informação.

NS - não solicitado pelo órgão.

Referências:

(1) eficiência solicitada nas especificações do projeto Villa Trump. 2005

(2) eficiência de processo. Referência: Jordão, Eduardo Pacheco. Tratamento de Esgoto Doméstico. 2005

(3) eficiência de processo. Referência: Schneider, René Peter e Tsutiya, Milton. Membranas filtrantes para tratamento de água, esgoto e água de reúso. 2001

(4) Limites de qualidade para irrigação de não-comestíveis. Referência: EPA Environmental Protection Agency. Guideline for Water Reuse. 2004

O Estudo de Impacto Ambiental inicialmente considerou a adoção de sistema convencional de tratamento, composto de reator biológico e sumidouro nas unidades residenciais previstas nos lotes unifamiliares e de estações compactas com lodos ativados e sistema de infiltração ou lodos ativados seguido de tratamento terciário físico químico e reúso, para os efluentes dos bairros e de outras instalações coletivas.

A mudança de concepção tecnológica do tratamento deveu-se em parte por recomendação da área técnica de análise de projetos da CETESB, que ponderou sobre os riscos de uma eventual queda de eficiência do sistema, o que coincidiu com avaliação do empreendedor no sentido de dotar o empreendimento da melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes líquidos, considerando o padrão pretendido para a ocupação do mesmo.

Após pesquisas efetuadas pelos consultores do projeto, a escolha recaiu no sistema MBR ou reator biológico com ultrafiltração por membranas.

Pode-se resumir as vantagens do sistema MBR em relação às tecnologias convencionais da seguinte maneira:

- Maior confiabilidade operacional devido a barreira física proporcionada pela membrana e conseqüente constância da qualidade final do efluente;

- menor risco de comatação dos leitos filtrantes;
- efluente tratado (permeado) com alta qualidade;;
- pode apresentar ausência de contaminação fecal;
- pode apresentar ausência de sólidos suspensos;
- permeado com qualidade para ser usado como água de reúso para fins não potáveis;
- reduz a necessidade de obras civis e equipamentos diversos.

A estação de MBR só precisa de um gradeamento fino antes e produz uma água de melhor qualidade”, explica Pacheco. Vantagens semelhantes também podem ser consideradas para o reúso de efluentes: menor espaço para as unidades e eficiência operacional.

Diversos autores apresentam informações comparativas dos sistemas de tratamento. Viana (2004) inclui em seu estudo o quadro resumo apresentado abaixo:

Tabela IV.1 – Valores de alguns parâmetros para os processos LAC, LAAP e MBR.

Parâmetro	LAC	LAAP	MBR
A/M (kgDBO ₅ /kgSSVTA.d)	0,20 a 0,50	0,05 a 0,15	0,05 a 0,15
SSTA (mg/L)	1.500 a 4.000	3.000 a 6.000	15.000 a 25.000
TDH (h)	4 a 8	16 a 36	2 a 12
Carga volumétrica (kgDBO ₅ /m ³ TA.d)	0,30 a 0,60	0,05 a 0,40	0,10 a 1,50
Qrec/Qafi (%)	25 a 50	100 a 300	-
Idade do lodo (d)	4 a 15	20 a 30	30 a 60
μ_{\max} (d ⁻¹)	5,0 a 13,0	-	4,0 a 5,0
K_d (d ⁻¹)	0,20 a 0,85	-	0,55 a 1,05
Y_{obs} (kgSSV/kgDQO)	0,10 a 0,55	-	0,05 a 0,20
Diâmetro médio dos flocos no TA (μ m)	20,0	-	3,5
Remoção de DQO (%)	85 a 90	90 a 95	90 a 98
Remoção de DBO ₅ (%)	85 a 95	90 a 95	>97
Remoção de SS (%)	85 a 95	85 a 95	>99
Remoção de CF (%)	60 a 90	70 a 95	99,999 a 99,99999
Turbidez (NTU)	10 a 40	-	0,25 a 0,45

Fontes: JORDÃO & PESSOA (1995), VON SPERLING (2002), GANDER *et al.* (2000), SCHNEIDER & TSUTIYA (2001), STEPHENSON *et al.* (2000), KOPSER *et al.* (2000), SMITH *et al.* (2003).

Para a apresentação de justificativas técnicas para o uso de sistema com reatores com membranas, deve-se destacar a situação evolutiva do emprego desta tecnologia.

De maneira geral, pode-se obter dos estudos de Viana (2004) as seguintes informações:

- Smith e colaboradores foram os primeiros a descrever, em 1969, o uso de membranas de ultrafiltração substituindo os decantadores secundários no processo de tratamento de esgotos por lodos ativados.
- A primeira aplicação de reatores biológicos aeróbios associados a módulos de membrana em escala comercial ocorreu na América do Norte, no final dos anos 70, e depois no Japão, no início dos anos 80. Até meados dos anos 90, a tecnologia do tratamento de esgotos por processos biológicos aeróbios associados a membranas ainda não havia sido introduzida na Europa.
- CHURCHOUSE & WILDGOOSE (1999) citam que nos últimos anos houve uma grande evolução não só no número de estações que utilizam MBR, como também na capacidade destas estações.
- Só a empresa Kubota, uma das principais neste ramo, possui mais de 1.200 ETE em operação ou em construção (dado de outubro de 2003, CENTROPROJEKT DO BRASIL, 2004).
- Os sistemas MBR já são aplicados para o tratamento de vários tipos de efluentes, como esgotos domésticos, chorume, efluentes de cervejaria, de laticínios, da indústria farmacêutica e de navios.
- A melhor qualidade do efluente gerado pelo MBR resulta em fluxos mais elevados na osmose inversa e em intervalos maiores entre ciclos de limpeza química.
- Os módulos de membrana vêm sendo usados não só para substituir a função dos decantadores, como também dos difusores. Por exemplo, módulos submersos no tanque de aeração podem ser operados com a seguinte função: enquanto o permeado é extraído por um módulo, o outro é alimentado com ar comprimido para a realização de retrolavagem. Desta forma, não só a eficiência de transferência de oxigênio é elevada, como também é realizada uma limpeza freqüente da membrana. O processo de membranas acoplado ao tanque de aeração não somente elimina a necessidade do decantador secundário para separação sólido-líquido, como também funciona como uma unidade de tratamento avançado para a remoção de bactérias coliformes e sólidos suspensos, os quais não são removidos completamente pelo processo de lodos ativados convencional (YOON *et al.*, 2004). Sejam quais forem as condições de operação, o efluente não apresenta problemas para separação sólido/líquido, pois toda a biomassa pode ser retida. A completa retenção do lodo pelas membranas possibilita a manutenção de uma elevada concentração de sólidos suspensos no biorreator, o que leva a um aumento da idade do lodo e baixa relação alimento por microrganismo (A/M). Trabalha-se, portanto, com reduzida carga orgânica por unidade de biomassa. Nestas condições, prevalecem as características da fase de respiração endógena, em que as bactérias são forçadas a utilizar seu próprio protoplasma celular como fonte de substrato. A baixa relação A/M possibilita a redução do tempo de detenção hidráulica (TDH). Quanto menor a relação A/M, maior a eficiência de biodegradação e menor a produção de lodo. Elevadas concentrações de sólidos suspensos no tanque de aeração (SSTA) em geral não são possíveis no processo de lodos ativados convencional, pois, para manter a qualidade do efluente tratado, seria necessário maior área de decantação, o que aumentaria o custo de

implantação da ETE e a área necessária para instalação do processo. A elevada idade do lodo garante sua maior digestão nestes processos.(p. 41)

- O efluente de MBR, além de atingir os padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pelas legislações, pode servir de água de reúso. Mesmo com sobrecargas, a qualidade do efluente se encontra sempre dentro dos padrões préestabelecidos, sendo possível inclusive a desinfecção do efluente. Uma das grandes vantagens dos MBR é a viabilização de sistemas compactos de tratamento de esgotos. Os módulos de membrana substituem os decantadores secundários, podendo substituir também os decantadores primários, ocupando uma área muito menor para tratar a mesma vazão. Uma vez que o reator é operado com concentrações de SSTA bem mais elevadas, mantendo-se a relação alimento por microrganismo fixa, o volume necessário para o tanque de aeração também pode ser diminuído, resultando numa redução significativa da área destinada à ETE e dos custos com obras civis. Em locais com áreas disponíveis reduzidas para a instalação do tratamento ou em que o terreno é muito valorizado, esta solução garante um tratamento eficiente e compacto. Os picos de carga orgânica e as cargas com toxicidade se fazem sentir com mais amenidade, devido à elevada concentração de lodo mantida no tanque de aeração. Ainda, seja pela maior agitação, nos sistemas com módulo submerso, seja pela velocidade tangencial, nos sistemas com módulo externo, os flocos apresentam menores dimensões, de forma que a área superficial disponível em contato com a matéria orgânica é maior, possibilitando aos microrganismos metabolizar e adsorver maior carga orgânica. Macromoléculas de lenta degradação têm maior chance de serem degradadas, devido à maior concentração de microrganismos especialistas, à diminuição do tamanho destas moléculas, devido à tensão cisalhante, e ao contato por mais tempo com a biomassa no tanque de aeração. A seleção dos microrganismos presentes no sistema não é dependente de sua habilidade em formar flocos e sedimentar.(p.43)
- Como os custos das membranas são praticamente proporcionais à capacidade volumétrica da estação, a redução nos custos com aumento da escala é menor proporcionalmente que para estações convencionais de tratamento, cujos custos são principalmente gerados pelas grandes construções civis. Assim, processos convencionais apresentam, em geral, custo menor para instalação de grandes estações de tratamento.
- Se padrões mais restritivos precisarem ser atingidos ou se a área para a construção da ETE é restrita, MBR são uma solução efetiva.
- Como o sistema MBR pode ser instalado em locais fechados, não há problemas de geração de odor nem de poluição visual (p.44)
- No caso da aplicação de MBR em locais ainda sem sistema de coleta e tratamento de esgotos, sua instalação pode ser vantajosa se for aproveitado o menor custo de instalação desta tecnologia para ETE de pequena capacidade, instalando estes sistemas de forma descentralizada, minimizando também os investimentos elevados em rede coletora.(p.46)
- DAVIES et al. (1998) avaliaram os custos de implantação e operação (num horizonte de 25 anos) para estações de tratamento de esgotos com tratamento

por LAC e MBR (com módulo submerso). A análise foi realizada para ETE com vazões máximas de 58 m³/h (vazão média de 27 m³/h, população equivalente = 2.350) e 938 m³/h (vazão média de 438 m³/h, população equivalente = 37.500). Não foram incluídos nos custos: prédios, estradas de acesso, cercas, bombas de transferência, estações elevatórias, tanques de armazenamento, disposição do lodo e telemetria. Taxas de licenciamento e seguro também não estão incluídos. Os custos com decantador primário para a ETE de menor capacidade com LAC não foram considerados na análise de custos. Foi considerada a troca de módulos a cada sete anos. Os autores concluíram que o custo da estação com tratamento por LAC é 1,6 vezes maior que o custo para a ETE com MBR, para uma capacidade de tratamento máxima de 58 m³/h. Porém, para a ETE com capacidade máxima de 938 m³/h, o custo da ETE com LAC equivale a 0,54 vezes o custo da estação com MBR.

- Para os autores, estações com biorreatores com membranas são economicamente competitivas com estações de lodos ativados convencionais para capacidade de tratamento de até 500 m³/h.
- Os autores ressaltam, porém, que, como os custos das membranas vêm reduzindo, esta tecnologia deverá, no futuro, se tornar mais competitiva para ETE de maior capacidade.
- O efluente tratado apresentou sempre qualidade excelente e praticamente constante. Nas análises das amostras do permeado foram obtidos valores de demanda química de oxigênio e concentração de sólidos suspensos sempre menores que 42 mg/L e 1,2 mg/L, respectivamente. A demanda bioquímica de oxigênio apresentou valor variando de 5,3 a valores abaixo do limite de detecção (=2,0 mg/L). Em todas as amostras verificou-se ausência de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e bactérias do grupo *Enterococcus*. Pelas características do permeado, o mesmo pode ser reutilizado para diversos fins que exijam qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, como para irrigação de jardins, lavagem de pisos, para descarga dos vasos sanitários, etc. Normalmente, para que processos convencionais de tratamento de esgotos gerem um efluente tratado com a qualidade do permeado obtido neste trabalho é necessário acrescentar um tratamento terciário para desinfecção do efluente, além da área para instalação destes tratamentos ser, em geral, significativamente maior. Por fim, conclui-se que a aplicação desta tecnologia para o tratamento de efluentes domésticos é bastante viável, principalmente com a redução que vem ocorrendo dos custos envolvidos para instalação, operação e manutenção de MBR, devido ao melhor desempenho da membrana, ao aumento de sua vida útil e à redução dos custos para sua fabricação. (p. 132)
- As empresas de maior expressão no mercado de MBR são a Zenon Environmental Inc. e a Kubota. Porém, há outras empresas, como a Wehrle Werk A. G., Orelis & Mutsui Chemicals, Degremont, US Filter, entre outras.

VIANA, PRISCILLA ZUCONI *Biorreator com Membrana Aplicado ao Tratamento de Esgotos Domésticos: Avaliação do Desempenho de Módulos de Membranas com Circulação Externa [Rio de Janeiro] 2004 XIII, 162 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Civil, 2004) Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE 1. Biorreator com Membrana 2. Tratamento de Efluentes I. COPPE/UFRJ II. Título (série)*

Conforme publicado na revista Química e Derivados (QD-444, Dez, 2005), a Zenon pretende montar uma fábrica de sistemas MBR no Brasil, em terreno já adquirido em Jundiaí, que servirá como montadora dos módulos, o que inclui caldeiraria e a montagem com os acessórios demandados, como bombas, válvulas e controles. As membranas, no caso da ultrafiltração, continuarão a ser fabricadas na matriz no Canadá e em unidade na Hungria. De acordo com o diretor da Zenon, a promessa é o Brasil seguir a tendência mundial que coloca, dentro do mercado das membranas, as de ultrafiltração como as de maior projeção de crescimento para os próximos anos. No caso da Zenon, por exemplo, o crescimento anual de cerca de 25%, em sua atuação globalizada, se deve principalmente em virtude da venda de sistemas de ultrafiltração e de MBR, em sistemas de reuso industrial e para tratamento público de água.

Ainda segundo a revista, a empresa Centropjekt “conseguiu vender no Brasil quatro instalações de MBR para reuso de efluentes: duas em indústria de alimentos, uma em petroquímica e outra em fábrica de bebidas. Junte-se a esses negócios outros da Zenon com a Natura (reuso de efluentes, para produção de 20 m³/h) e com a Petrobrás para pré-tratamento de osmose reversa (Reman, Revap e Reduc) e dá para se ter uma noção de que o mercado da ultrafiltração começa a se desenvolver. Aliás, se depender da estatal do petróleo, ele tende a crescer ainda mais, tendo em vista os estudos em escala piloto de unidades de MBR promovidos pelo Cenpes”.

Os aspectos acima descritos e o porte das empresas usuárias desse sistema de tratamento no Brasil demonstram claramente que a tecnologia de membrana esta definitivamente implantada em nosso país não havendo restrições a futuros fornecimentos.

A seguir são apresentadas figuras que representam o fluxograma de processo convencional de tratamento e do processo MBR

FIGURA: Fluxograma de processo convencional

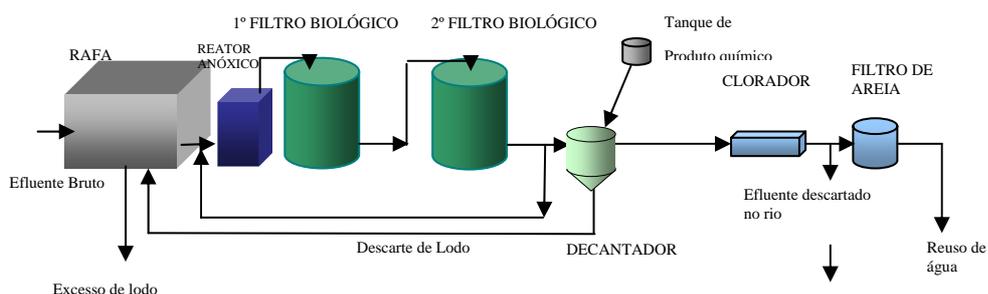


FIGURA: Fluxograma de processo MBR

